

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Métodos Numéricos
<b>Clave de la asignatura:</b>	NVB-1029
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	1-4-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Naval

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta un elemento de competencia al perfil profesional del Ingeniero Naval para adquirir las capacidades y habilidades en una competencia profesional:

- Diseña y evalúa vehículos y artefactos marinos para la aplicación de procesos de diseño e ingeniería naval, así como de las normas, reglamentos y códigos pertinentes.

Este elemento de competencia se integra con otros en la unidad de competencia siguiente:

- ✓ Formula procesos y sistemas para aplicar los requerimientos de la arquitectura y de la ingeniería de los productos navales.

El elemento de competencia consiste en el siguiente desempeño específico:

- Integra los métodos numéricos para resolver los modelos matemáticos.

Su importancia es relevante en el área de desempeño de ingeniería ya que es una herramienta básica para resolver numéricamente modelos matemáticos.

La asignatura consiste en un curso de métodos numéricos donde el énfasis se centra en los procedimientos numéricos para obtener soluciones aproximadas a modelos matemáticos.

Tiene como pre-requisito Álgebra Lineal, está relacionada con Cálculo Diferencial, Álgebra Lineal, Computación, Cálculo Vectorial, Ecuaciones Diferenciales, y con Cálculos de Forma y Estabilidad.

### Intención didáctica

Se organiza el temario en seis temas, delimitando claramente los procedimientos de cálculo numérico para raíces, máximos y mínimos, regresión e interpolación, ecuaciones lineales, y diferenciación e integración.

El primer tema se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema aborda la definición de un modelo matemático simple y las leyes de conservación e ingeniería. El segundo subtema describe los paquetes y programación, la programación estructurada, la programación modular y, otros lenguajes y bibliotecas. El tercer subtema discute las cifras significativas, la exactitud y precisión, las definiciones de error y, los errores de redondeo. El cuarto subtema trata la serie de Taylor, la propagación del error, el error numérico total y, las equivocaciones, errores de formulación e incertidumbre en los datos.

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

El segundo tema se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda los métodos gráficos, el método de la bisección, el método de la falsa posición y, las búsquedas por incrementos y determinación de valores iniciales. El segundo subtema describe la interacción simple de punto fijo, el método de Newton-Raphson, el método de la secante, las raíces múltiples y, sistemas de ecuaciones no lineales. El tercer subtema trata los polinomios en la ciencia y en la ingeniería, los cálculos con polinomios, los métodos convencionales, el método de Muller, el método de Bairstow y, otros métodos. El tercer tema se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda la solución de sistemas pequeños de ecuaciones, la eliminación de Gauss simple, las dificultades en los métodos de eliminación, las técnicas para mejorar las soluciones, los sistemas complejos, los sistemas de ecuaciones no lineales y, el método de Gauss-Jordan. El segundo subtema describe la descomposición LU, la matriz inversa y, el análisis del error y condiciones del sistema. El tercer subtema discute las matrices especiales, el método de Gauss-Seidel, y, las ecuaciones algebraicas lineales con bibliotecas y paquetes de software.

El cuarto tema se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda la búsqueda de la sección dorada, la interpolación cuadrática y, el método de Newton. El segundo subtema describe los métodos directos y los métodos con gradiente. El tercer subtema discute la programación lineal, la optimización restringida no lineal y, la optimización con bibliotecas y paquetes de software.

El quinto tema se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda la regresión lineal, la regresión polinomial, la regresión lineal múltiple, los mínimos cuadrados lineales en general y, la regresión no lineal. El segundo subtema describe la interpolación polinomial de Newton en diferencias divididas, los polinomios de interpolación de Lagrange, los coeficientes de un polinomio de interpolación, la interpolación inversa, comentarios adicionales y, la interpolación mediante trazadores (splines). El tercer subtema trata los ajustes de curvas con funciones sinusoidales, la serie de Fourier continua, los dominios de frecuencias y de tiempo, la integral y transformada de Fourier, la transformada discreta de Fourier, la transformada rápida de Fourier, el espectro de potencia y, el ajuste de curvas con bibliotecas y paquetes de software.

El sexto tema se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda la regla del trapecio, las reglas de Simpson, la integración con segmentos desiguales, las fórmulas de integración abierta y, las integrales múltiples. El segundo subtema describe los algoritmos de Newton-Cotes para ecuaciones, la integración de Romberg, la cuadratura de Gauss y, las integrales impropias. El tercer subtema trata las fórmulas de diferenciación con alta exactitud, la extrapolación de Richardson, las derivadas de datos irregularmente espaciados, las derivadas e integrales para datos con errores y, la integración y diferenciación numérica con bibliotecas y paquetes de software.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el docente busque sólo guiar a sus estudiantes para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el docente todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o naturales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el estudiante tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el estudiante se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el docente ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Mazatlán del 23 al 27 de noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río, Mazatlán, Pachuca y San Luis Potosí.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval.
Instituto Tecnológico de Boca del Río del 26 al 30 de abril de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval.
Tecnológico Nacional de México, del 26 al 30 de agosto de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería en Nanotecnología, Ingeniería Petrolera, Ingeniería en

		Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías, Ingeniería Naval y Gastronomía del SNIT.
--	--	---

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia específica de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>Integra los métodos numéricos para resolver los modelos matemáticos.</li> </ul>

#### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliza las técnicas de Computación para el análisis de problemas de ingeniería</li> <li>Plantea y resuelve problemas que requieren del concepto de función de una variable para modelar y de la derivada para resolver</li> <li>Resuelve problemas de aplicación e interpretar las soluciones utilizando matrices y sistemas de ecuaciones lineales para las diferentes áreas de la ingeniería.</li> <li>Identifica las propiedades de los espacios vectoriales y las transformaciones lineales para describirlos, resolver problemas y vincularlos con otras ramas de las matemáticas</li> </ul>
---

#### 6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
1	Introducción a métodos numéricos.	1.1 Modelos matemáticos 1.2 Programación y software 1.3 Aproximaciones y errores de redondeo 1.4 Errores de truncamiento y la serie de Taylor
2	Raíces de ecuaciones.	2.1 Métodos cerrados 2.2 Métodos abiertos 2.3 Raíces de polinomios
3	Ecuaciones algebraicas lineales.	3.1 Eliminación de Gauss 3.2 Descomposición LU e inversión de matrices 3.3 Matrices especiales y el método de Gauss-Seidel
4	Optimización.	4.1 Optimización unidimensional no restringida 4.2 Optimización multidimensional no restringida 4.3 Optimización restringida
5	Ajuste de curvas.	5.1 Regresión por mínimos cuadrados 5.2 Interpolación 5.3 Aproximación de Fourier
6	Diferenciación e integración numérica.	6.1 Fórmulas de integración de Newton-Cotes 6.2 Integración de ecuaciones 6.3 Diferenciación numérica

#### 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1.- Introducción a métodos numéricos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<b>Especifica(s):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrolla la programación y aplica los paquetes de software para la resolución de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconocer la diferencia entre soluciones analíticas y numéricas</li> </ul>

<p>modelos matemáticos.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>• Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>• Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> <li>• Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender cómo las leyes de la conservación se emplean para desarrollar modelos matemáticos de sistemas físicos</li> <li>• Definir diseño modular y top-down</li> <li>• Definir las reglas para la programación estructurada</li> <li>• Elaborar programas estructurados y modulares en un lenguaje de alto nivel</li> <li>• Saber cómo se traducen los diagramas de flujo estructurado y el pseudocódigo al código en un lenguaje de alto nivel</li> <li>• Aplicar el software</li> <li>• Reconocer la diferencia entre error de truncamiento y error de redondeo</li> <li>• Comprender los conceptos de cifras significativas, exactitud y precisión</li> <li>• Conocer la diferencia entre error relativo verdadero, error relativo aproximado y error aceptable y entender cómo éstos dos últimos sirven para terminar un cálculo iterativo</li> <li>• Entender cómo se representan los números en las computadoras y cómo tal representación induce errores de redondeo, en particular, conocer la diferencia entre precisión simple y extendida</li> <li>• Reconocer cómo la aritmética de la computadora llega a presentar y amplificar el error de redondeo en los cálculos, en particular, apreciar el problema de la cancelación por sustracción</li> <li>• Saber cómo la serie de Taylor y su residuo se emplean para representar funciones continuas</li> <li>• Conocer la relación entre diferencias finitas divididas y derivadas.</li> </ul>
<b>2.- Raíces de ecuaciones.</b>	
<p><b>Competencias</b></p>	<p><b>Actividades de aprendizaje</b></p>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica métodos y técnicas numéricas para obtener raíces de ecuaciones.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender la interpretación gráfica de una raíz</li> <li>• Conocer la interpretación gráfica del método de la falsa posición y por qué, en general, es mejor que el método de bisección</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>• Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> <li>• Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender la diferencia entre los métodos cerrados y los métodos abiertos para la localización de las raíces</li> <li>• Entender los conceptos de convergencia y de divergencia; usar el método gráfico de las dos curvas para tener una idea visual de los conceptos</li> <li>• Saber por qué los métodos cerrados siempre convergen, mientras que los métodos abiertos algunas veces pueden divergir</li> <li>• Observar que la convergencia en los métodos abiertos es más segura si el valor inicial está cercano a la raíz verdadera</li> <li>• Entender los conceptos de convergencia lineal y cuadrática, así como sus implicaciones en la eficiencia de los métodos de iteración de punto fijo y de Newton-Raphson</li> <li>• Conocer las diferencias fundamentales entre el método de la falsa posición y el método de la secante, y cómo se relacionan con la convergencia</li> <li>• Comprender los problemas que presentan raíces múltiples y las modificaciones que se pueden hacer para reducir dichos problemas</li> <li>• Saber cómo extender el método de Newton-Raphson de una sola ecuación no lineal con el propósito de resolver sistemas de ecuaciones no lineales.</li> </ul>
--	--

### 3.- Ecuaciones algebraicas lineales.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar métodos y técnicas numéricas para resolver ecuaciones algebraicas lineales.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>• Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>• Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar la interpretación gráfica de los sistemas mal condicionados y comprende la relación con el determinante</li> <li>• Entender los problemas de división entre cero, errores de redondeo y mal condicionamiento</li> <li>• Calcular el determinante con la eliminación de Gauss</li> <li>• Analizar y aplicar el pivoteo parcial y completo</li> <li>• Diferenciar entre el método de eliminación de Gauss y el de Gauss-Jordan</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar el modo en que la eliminación de Gauss se formula como una descomposición LU</li> <li>• Calcular el pivoteo y la inversión de matrices en un algoritmo de descomposición LU</li> <li>• Resolver los sistemas bandedos y simétricos y aplicarlos de manera eficiente</li> <li>• Analizar y Aplicar el método de Gauss-Seidel adecuándolo a grandes sistemas de ecuaciones dispersos</li> <li>• Emplear la diagonal dominante de un sistema de ecuaciones relacionándola con el sistema para resolverla con el método de Gauss-Seidel</li> <li>• Entender la fundamentación de la relajación y saber dónde son apropiadas la bajorrelajación y la sobrerrelajación.</li> </ul>
--	---

4.- Optimización.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establece métodos y técnicas numéricas para resolver problemas de optimización.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>• Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>• Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> <li>• Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender los principales elementos del problema de optimización general: función objetivo, variables de decisión y restricciones</li> <li>• Distinguir entre la optimización lineal y la no lineal, y entre problemas con restricciones y sin restricciones</li> <li>• Localizar el óptimo de una función en una sola variable mediante la búsqueda de la sección dorada, la interpolación cuadrática y el método de Newton</li> <li>• Escribir un programa y encontrar el óptimo de una función multivariada usando la búsqueda aleatoria</li> <li>• Comprender las ideas de los patrones de búsqueda, las direcciones conjugadas y el método de Powell</li> <li>• Comprender las ideas básicas de los métodos del gradiente conjugado, de Newton, de Marquardt y de cuasi-Newton</li> <li>• Plantear y resolver problemas de programación lineal bidimensional con los métodos gráfico y simplex</li> <li>• Plantear y resolver problemas de optimización restringidos no lineales</li> </ul>

5.- Ajuste de curvas.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Establece métodos y técnicas numéricas para ajustar curvas.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> <li>Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar la diferencia fundamental entre regresión e interpolación</li> <li>Comprender la deducción de la regresión lineal por mínimos cuadrados y ser capaz de evaluar la confiabilidad del ajuste mediante evaluaciones gráficas y cuantitativas</li> <li>Establecer las situaciones donde son apropiadas las regresiones polinomiales, múltiples y no lineales</li> <li>Reconocer la analogía entre el polinomio de Newton y la expansión de la serie de Taylor, y cómo se relaciona el error de truncamiento</li> <li>Reconocer que los datos no tienen que estar igualmente espaciados ni en un orden particular para los polinomios de Newton o de Lagrange</li> <li>Utilizar las fórmulas de interpolación con igual espaciamiento</li> <li>Utilizar la serie de Fourier para ajustar datos a funciones periódicas</li> <li>Deducir la diferencia entre dominios de frecuencia y de tiempo.</li> </ul>
6.- Diferenciación e integración numérica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Establece métodos y técnicas numéricas para resolver problemas de diferenciación e integración.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> <li>Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>Capacidad para aplicar los conocimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar las fórmulas de Newton-Cotes</li> <li>Deducir las reglas del trapecio y de Simpson</li> <li>Reconocer que las reglas del trapecio y las de Simpson (<math>1/3</math> y <math>1/8</math>) representan las áreas bajo los polinomios de primero, segundo y tercer grado, respectivamente</li> <li>Analizar las fórmulas y las ecuaciones de error para la regla del trapecio, la regla del trapecio de aplicación múltiple, la regla de Simpson <math>1/3</math>, la regla de Simpson <math>3/8</math>, y la regla de Simpson de aplicación múltiple</li> <li>Analizar que la regla de Simpson <math>1/3</math> tiene una exactitud de cuarto orden, aun cuando se base en sólo tres puntos, y darse cuenta de que todas las fórmulas de Newton-Cotes de segmentos pares y puntos</li> </ul>

<p>en la práctica.</p>	<p>impares tienen exactitud mejorada similar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la integral y la derivada de datos desigualmente espaciados</li> <li>• Distinguir la diferencia entre las fórmulas de integración abierta y cerrada</li> <li>• Entender la base teórica de la extrapolación de Richardson y cómo se aplica en el algoritmo de integración de Romberg y en diferenciación numérica</li> <li>• Distinguir la diferencia fundamental entre las fórmulas de Newton-Cotes y de cuadratura de Gauss</li> <li>• Explicar por qué la integración de Romberg y la cuadratura de Gauss tienen utilidad cuando se integran ecuaciones (a diferencia de datos tabulares o discretos)</li> <li>• Emplear las fórmulas de integración abierta para evaluar integrales impropias</li> <li>• Aplicar las fórmulas de diferenciación numérica de alta precisión</li> <li>• Diferenciar datos desigualmente espaciados</li> <li>• Reconocer los diferentes efectos del error en los datos para los procesos de integración y diferenciación numéricos</li> </ul>
------------------------	--

## 8. Prácticas

Prácticas sugeridas para desarrollar las competencias específicas y genéricas:

- Experimentar con software para la solución de raíces de ecuaciones
- Experimentar con software para la solución de ecuaciones algebraicas lineales
- Experimentar con software para la solución de máximos y mínimos
- Experimentar con software para la solución de mínimos cuadrados e interpolación
- Experimentar con software para la solución de diferenciación e integración numérica.

## 9. Proyecto de asignatura (Para fortalecer la(s) competencia(s) de la asignatura)

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.

- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias (específicas y genéricas de la asignatura)

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Bitácora
- Cuestionario
- Debate
- Ensayo
- Escala de apreciación
- Examen (preguntas de respuestas abiertas, cerradas o múltiples)
- Exposición
- Investigación
- Lista de cotejo
- Mapa conceptual
- Portafolio
- Proyecto
- Prueba de conocimiento
- Prueba de desempeño
- Rúbrica
- Solución de problemas (cerrados o abiertos)
- Técnica de casos
- Técnica de ejecución
- Técnica de pregunta
- Trabajo en equipo o colaborativo.

## 11. Fuentes de información

### NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXÁMENES

- Chapra S. C. & Canale R. P. (2011) *Métodos Numéricos Para Ingenieros*. (6ª Ed). México: Editorial Mc Graw Hill.
- Moore Holly. (2007) *MATLAB Para Ingenieros*. México: Editorial PEARSON.

### RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

- Cheney W. & Kincaid C. (2011) *Métodos Numéricos y Computación*. (6ª Ed). México: Editorial CENGAGE Learning.
- Gerald F. & Wheatley P. O. (2001) *Análisis Numérico con Aplicaciones*. (6ª Ed). México: Editorial PEARSON.
- Gutiérrez, Gómez & González. (2010) *Análisis Numérico*. México: Editorial Mc Graw Hill.

- Mathews J. H. (2001) *Métodos Numéricos con MATLAB*. (3ª Ed). México: Editorial PEARSON.
- Nakamura S. (1997) *Análisis Numérico y Visualización Gráfica con MATLAB*. México: Editorial PEARSON.